



KINETIKA REAKSI HIDROLISIS ENCENG GONDOK MENJADI FURFURAL DENGAN KATALISATOR HCL

Sintha Soraya Santi

Jurusan Teknik Kimia - FTI UPN "Veteran" Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya Surabaya

Abstrak

Pemanfaatan enceng gondok selama ini belum dilakukan semaksimal mungkin, dari penelitian yang telah dilakukan didapat bahwa reaksi pembentukan furfural dari pentosan mengikuti persamaan kecepatan reaksi orde nol.

Hidrolisa enceng gondok dijalankan dengan memanaskan bubuk enceng gondok dengan katalisator asam klorida (HCL) dalam labu leher tiga sambil diaduk terus menerus selama waktu dan suhu tertentu.

Hubungan antara tetapan kecepatan reaksi dengan suhu reaksi dalam kisaran suhu tersebut sesuai dengan persamaan Arrhenius, sehingga diperoleh :

$$k = 11,278 \cdot e^{-1920,4/T}$$

Pada penelitian ini diperoleh kondisi optimum pada : suhu 105°C , konsentrasi HCL 4 N dengan waktu 4,5 jam dan hasil furfural yang didapat 0,88 %.

Kata kunci : kinetika reaksi, pentosan, furfural.

Pendahuluan

Enceng gondok adalah salah satu jenis tumbuhan air tawar yang banyak hidup pada sungai-sungai di Indonesia.

Tanaman ini memiliki ciri-ciri, antara lain hidup dengan cara mengapung diatas permukaan air dengan menggunakan semacam tabung (gondok) serta memiliki kemampuan untuk dapat berkembang dengan cepat. Kemampuan inilah yang menyebabkan pada akhirnya tumbuhan ini dikenal dengan tanaman pengganggu atau gulma. Karena pertumbuhannya yang sangat pesat ini, maka dapat menutup badan sungai yang akan mengakibatkan tertumpuknya sampah-sampah yang seharusnya dapat hanyut langsung menuju kelaut lepas.

Hal ini akan membuat aliran sungai menjadi terhambat dan pada saat musim penghujan dapat menyebabkan banjir. Sngai yang permukaan airnya tertutup oleh tanaman ini akan mengalami penguapan 3 sampai 4 kali besar daripada keadaan normal. Selain itu, sebenarnya enceng gondok memiliki suatu potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber pentosan.

Sebelum ini telah dikembangkan suatu penelitian (Joedodibroto, 1984) tentang pemanfaatan enceng gondok menjadi bahan baku kertas karton, sedangkan pada penelitian lain pentosan yang terkandung dalam tanaman ini diolah lebih lanjut menjadi furfural. Harapan dalam penelitian ini agar diperoleh suatu alternatif pemecahan terhadap permasalahan lingkungan yang selama ini timbul akibat keberadaan dari tanaman ini.

Hasil analisa bahan baku enceng gondok. (Pengambilan enceng gondok didaerah kenjeran) adalah sebagai berikut :

Kadar Air	= 24,60 %	
Kadar Pentosan	= 12,36 %	(Wet basis)
	= 14,47 %	(Dry basis)

Tujuan Penelitian

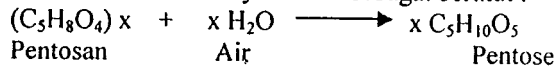
Menentukan persamaan konstanta laju reaksi dan orde reaksi pada Hidrolisis enceng gondok menjadi furfural dengan katalisator HCl dan untuk mendapatkan kondisi yang optimal dalam pembentukan furfural.

Manfaat Penelitian

Untuk memberikan nilai tambah dari kegunaan tanaman enceng gondok, terutama disektor industri khususnya pada industri yang memanfaatkan pentosa sebagai salah satu bahan bakunya, dan dari hasil penelitian ini diharapkan diperoleh data kinetika reaksi pada pembentukan furfural yang dapat digunakan untuk menunjang ilmu pengetahuan dan industri, juga dapat digunakan sebagai dasar perancangan reaktor.

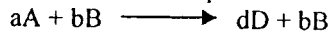
Landasan Teori

Reaksi pembentukan furfuralnya adalah sebagai berikut :



Pemanasan dengan asam akan mengubah Pentose menjadi sebuah rangkaian *Aldehyde* yaitu Furfural, dan setiap molekul Pentose didalamnya akan terpecah tiga molekul air.

Kinetika reaksi dapat ditulis menjadi :



$$-r_A = -dC_A / dt$$

$$-r_A = k (C_A)^a (C_B)^b \quad (1)$$

maka :

$$-dC_A / dt = k (C_A)^a (C_B)^b \quad (2)$$

Tahapan yang dilakukan untuk menentukan hasil akhir adalah :

1. Melakukan pendekatan terhadap orde reaksi

• Persamaan reaksi untuk orde nol :

$$-dC_A / dt = k$$

$$C_A - C_{A0} = k t \quad (4)$$

• Persamaan reaksi untuk orde satu :

$$-dC_A / dt = k C_A$$

$$-\ln (C_A / C_{A0}) = k t \quad (5)$$

2. Membuktikan kebenaran pendekatan, dalam hal ini dipakai pembuktian linierisasi antara variable yang ada dengan melihat harga koefisien korelasi.

3. Melakukan Perhitungan Harga Energi Aktivasi

Harga energi aktivasi reaksi ini diperoleh dari persamaan Arrhenius :

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$$

$$\ln k = \ln k_0 - E/RT \quad (8)$$

$$(9)$$

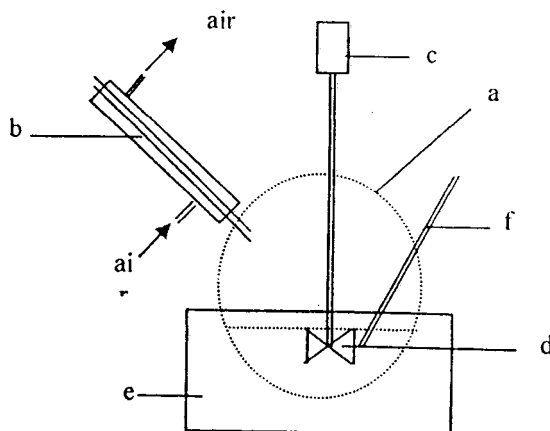
(Levenspiel, 1972)

Metode Penelitian

A. Bahan – bahan : Enceng gondok diambil dari kali Kenjeran (Jl.Raya Kenjeran).Asam khlorida

B. Variabel – Variabel Penelitian : Waktu Hidrolisa : 3 jam , 3,5 jam , 4 jam , 4,5 jam , 5 jam , dengan suhu reaksi : 65 °C, 75 °C, 85 °C, 95 °C, 105 °C. Adapun Kondisi yang ditetapkan yaitu konsentrasi HCl 4 N dengan Volume larutan HCL 350 ml dan kecepatan pengadukan 200 rpm serta berat enceng gondok sebesar 15 gram.

C. Rangkaian peralatan

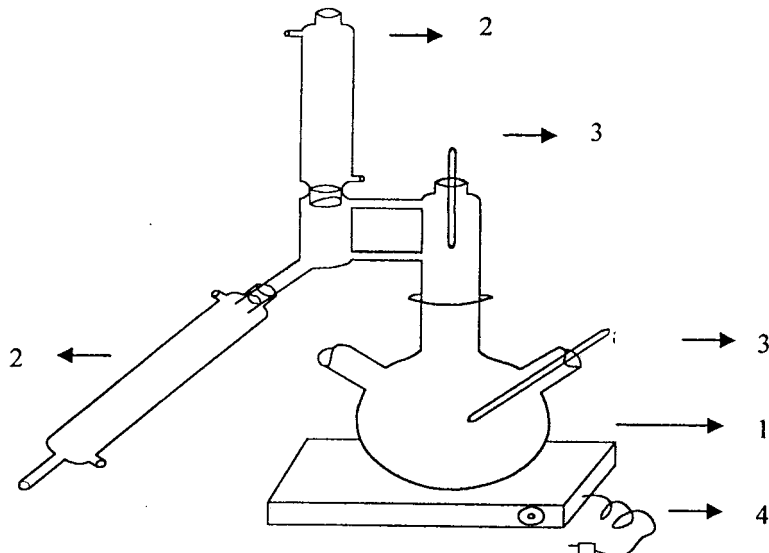


Gb.1. Seperangkat Alat Hidrolisa

Keterangan :

- a. Labu leher tiga
- b. Kondensor reflux
- c. Motor

- d. Pengaduk
- e. Heating mantle
- f. Thermometer



Gb. 2. Seperangkat Alat Distilasi

Keterangan :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Labu leher tiga | 3. Thermometer |
| 2. Kondensor | 4. Kompor listrik |

D. Cara Penelitian.

Prosedur Hidrolisa :

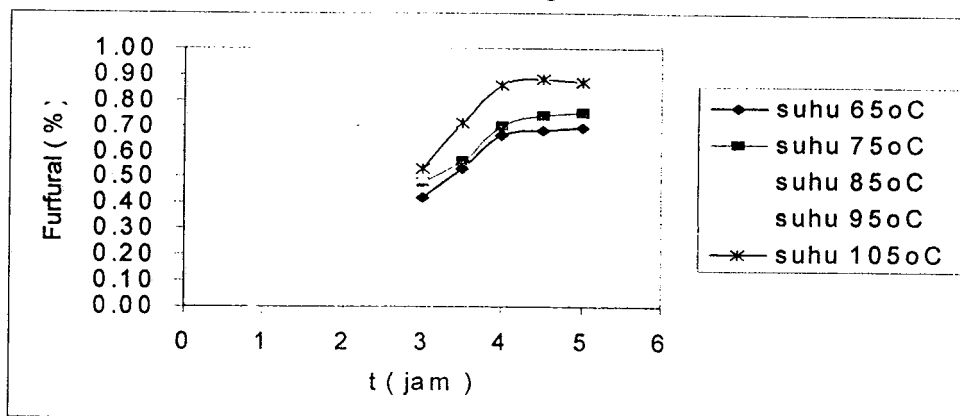
- 1 Menimbang sampel enceng gondok yang telah dikeringkan dan dihaluskan sebesar 15 gram.
- 2 Menambahkan larutan HCl dengan konsentrasi tertentu sesuai variabel sebanyak 350 ml dalam labu leher tiga ukuran 1000 ml.
- 3 Campuran tersebut dipanaskan pada suhu sesuai variabel dalam labu leher tiga yang telah dilengkapi dengan stirer dan kondensor reflux selama waktu yang telah ditentukan.
- 4 Campuran disaring dengan kertas saring dan dilakukan pencucian terhadap padatan yang ada dengan aquadest (air panas).
- 5 Filtrat yang didapat diencerkan sampai volume 500 ml.

Prosedur Distilasi :

- 1 Filtrat hasil hidrolisa didistilasi pada suhu 110 °C dan selama 120 menit.
- 2 Residu disimpan dalam botol yang tidak tembus cahaya dan selanjutnya siap untuk dianalisa.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

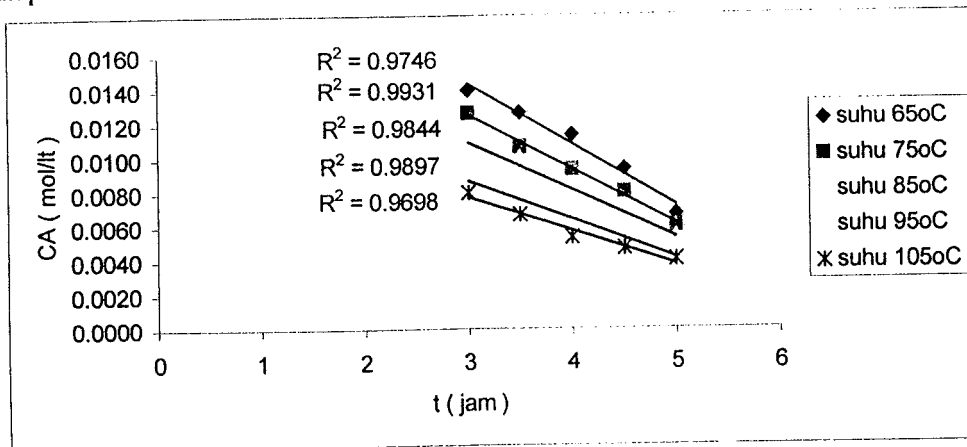
Berdasarkan hasil percobaan yang telah kami lakukan tentang kinetika reaksi hidrolisis enceng gondok menjadi furfural dengan katalisator HCl adalah sebagai berikut :



Grafik 1. Hubungan antara waktu dan kadar furfural pada berbagai suhu dengan konsentrasi katalisator HCl 4N

Plot Untuk Orde Nol

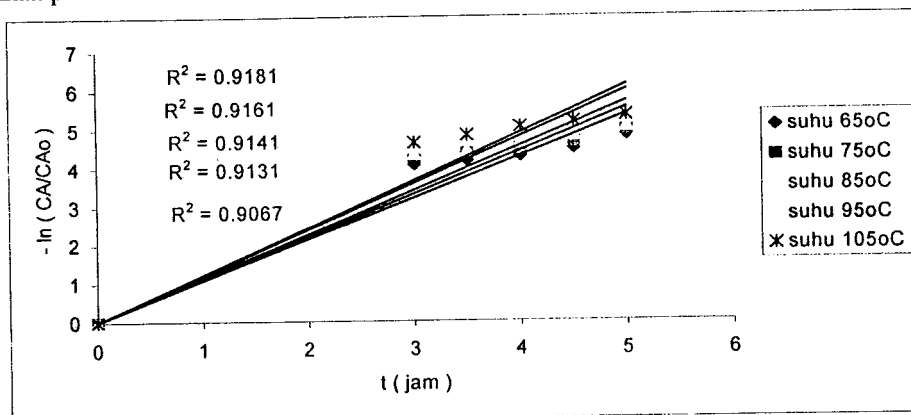
Penentuan orde reaksi dengan permisalan orde nol diperoleh dari plot C_A (mol/l) vs t (jam) yang ditunjukkan pada Grafik dibawah ini adalah sebagai berikut :



Grafik 2. Pengaruh waktu hidrolisa (t) terhadap konsentrasi pentosan (C_A) pada konsentrasi HCl 4 N.

Plot Untuk Orde Satu.

Penentuan orde reaksi dengan permisalan orde satu diperoleh dari plot $-\ln(C_A/C_{A0})$ vs t (jam) yang ditunjukkan pada Grafik dibawah ini adalah sebagai berikut



Grafik 3. Hubungan antara $-\ln(C_A/C_{A0})$ terhadap waktu hidrolisa (t) pada konsentrasi HCl 4 N. Dari Grafik 1 terlihat :

Hasil reaksi furfural sangat ditentukan oleh waktu proses reaksi, semakin lama waktu proses reaksi hasil furfural yang diperoleh semakin besar, pada saat proses reaksi selama 4 jam atau sebelumnya, hasil reaksi furfural sangat meningkat tajam. Hal ini disebabkan pada waktu reaksi awal pada jam-jam pertama sebelum 4 jam, konsentrasi reaktan awal dalam konsentrasi tinggi sehingga akan mudah bereaksi dan dalam konsentrasi reaktan yang tinggi partikel-partikel reaktan sangat besar kemungkinan terjadi persinggungan sehingga hasil furfural meningkat tajam. Tetapi setelah waktu reaksi 4 jam atau lebih kenaikan hasil reaksi furfural mulai mengecil (kondisi grafik agak mendarat) hal ini disebabkan karena sejumlah besar partikel telah bereaksi menjadi furfural sehingga partikel-partikel sisa yang bereaksi untuk bersinggungan kesempatannya menjadi kecil sehingga hasil reaksi setelah 4 jam akan menjadi kecil. Juga terlihat suhu reaksi juga sangat menentukan jumlah hasil reaksi furfural semakin tinggi suhu reaksi hasil maka reaksi furural akan semakin tinggi pula, hal ini disebabkan karena reaksi dari suatu reaktan termasuk pentosan memerlukan energi, energi akan diperoleh dari suhu reaksi. Jadi semakin tinggi suhu reaksi maka hasil reaksi akan semakin tinggi pula, disamping itu reaktan pada suhu tinggi akan mudah sekali bergerak (*High Mobile*) sehingga memungkinkan terjadi kontak dengan partikel reaktan lain akan semakin besar.

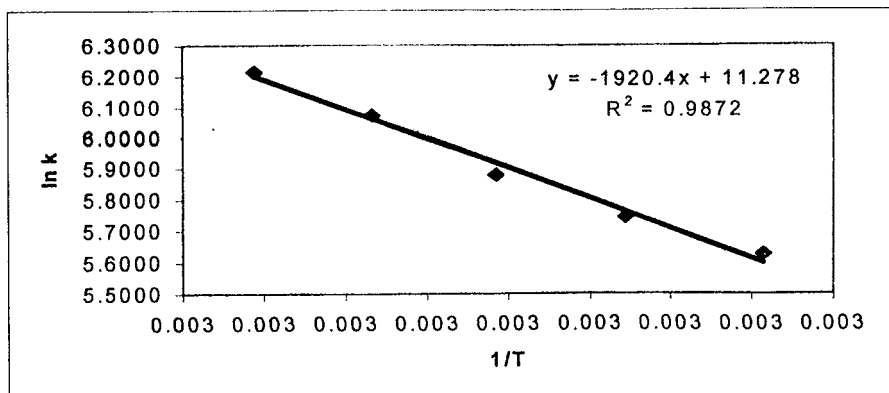
Dari grafik 2 dan 3 terlihat :

Rata - rata Nilai Koefisien Korelasi untuk pendekatan orde nol lebih besar daripada pendekatan orde satu (orde nol = $R^2 = 0,98232$ dan orde satu = $R^2 = 0,91362$) dan mendekati nilai satu (*perfect linear correlation / perfect linear regression*) Sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi mengikuti orde nol.

(Murray, R. Spiegel, Ph.D, 1975)

B. Penentuan Harga Energi Aktivasi

Harga E_a (Energi Aktivasi) dapat ditentukan dengan plot $\ln k$ Versus $1/T$, dimana slope grafik sebesar $-E_a/R$. ($R = 1.9872 \text{ cal/gmol}^\circ\text{K}$).



Grafik 4. Hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$ pada konsentrasi HCl 4 N.

Dari grafik diatas terlihat bahwa harga k yang diperoleh antara $-\ln k$ dengan $1/T$ ternyata mempunyai hubungan berupa garis lurus, sehingga didapatkan slope grafik sebesar $-1920,4001$ dan harga energi aktivasi (E_a) = $3816.219 \text{ cal/gmol}$.

Kesimpulan

1. Dalam kisaran suhu, waktu dan konsentrasi konstanta reaksi HCl yang dipelajari, reaksi pembentukan furfural dari pentosan merupakan reaksi orde nol.
2. Semakin tinggi suhu reaksi maka semakin banyak reaktan yang bereaksi, tetapi hal ini tidak diikuti dengan perubahan jumlah produk yang cukup signifikan.
3. Dari hasil penelitian ternyata hasil furfural pada kondisi optimum :
 - Katalis HCl 4 N
 - Suhu 105°C
 - Waktu 4.5 jamDiperoleh hasil furfural sebesar 0.88 %.
4. Persamaan konstanta laju reaksi yang diperoleh sebesar :
$$k = 11,278 \cdot e^{1920,4/T}$$

Daftar Notasi

C_A	= Konsentrasi pentosan, (mol / lt)	R^2	= Nilai koefisien korelasi
C_{A0}	= Konsentrasi pentosan mula-mula, (mol / lt)	R	= Konstanta hukum gas ideal, (1,9872 cal / gmol $^\circ\text{K}$)
E_a	= Energi aktivasi, (cal / gmol)	T	= Suhu reaksi, ($^\circ\text{K}$)
k	= Tetapan kecepatan reaksi	t	= Waktu reaksi, (jam)
k_0	= Faktor frekuensi		

Daftar Pustaka

- Brij, D dan K.P. Sharma. 1981. "Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm.) The Most Trouble Oweed of The World" Hindiasia Publisher. India.
- Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S., 1984, "Kimia Organik", Erlangga, Jakarta.
- Groggins P.H, 1958, "Unit Process In Organik Synthetis", Ed. 5, Mc. Graw Hill Book Inc, New York.
- Hawleys, G.G, 1971, "The Condensed Chemical Dictionary", Ed. 9, Litton Educational Publishing Inc.
- Joedodibroto, R. 1983. Prospek Pemanfaatan Eceng Gondok Dalam Industri Pulp dan Kertas. *Berita Selulosa*. Edisi Maret 1983. Volume XIX No.1. Balai Penelitian Pulp Balai Besar Selulosa. Bandung.
- Kirk and Othmer, 1962, "Encyclopedia Of Chemical Technology", 10th Volume, John Wiley and Sons Inc.
- Murray, R. Spiegel, Ph.D, 1975. "Theory and Problems of Probability and Statistics", Mc Graw Hill Book Company..
- Underwood A.L, Day R.A, "Analysis Quantitative", Ed. 2, Erlangga.
- William D.L, Dunlop, "Kinetics Of Furfural Destruction In Acidic Aqueous Medium", Industry Engineering Chemical, Vol. 10.